

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-10306

(P2006-10306A)

(43) 公開日 平成18年1月12日(2006.1.12)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

F23Q 7/00 (2006.01)

F23Q 7/00 605C

F02P 19/00 (2006.01)

F23Q 7/00 P

F23Q 7/22 (2006.01)

F02P 19/00 B

F23Q 7/22 605A

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2005-150814 (P2005-150814)  
 (22) 出願日 平成17年5月24日 (2005.5.24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-155493 (P2004-155493)  
 (32) 優先日 平成16年5月26日 (2004.5.26)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003609  
 株式会社豊田中央研究所  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1  
 番地の1  
 (74) 代理人 110000110  
 特許業務法人快友国際特許事務所  
 (72) 発明者 大村 義輝  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 (72) 発明者 坂田 二郎  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 (72) 発明者 水野 健太郎  
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 最終頁に続く

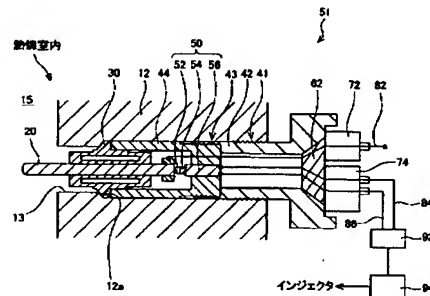
(54) 【発明の名称】 グロープラグ

## (57) 【要約】

【課題】 ハウジング自体の弾性変形を利用しないで燃焼圧を測定する圧力センサが一体となったグロープラグを提供する。

【解決手段】 貫通穴を画定する内壁に結合する略筒状のハウジング42、44と、ハウジング42、44内にスライド可能に収容されている中軸20と、中軸20の反燃焼室側とハウジング42、44間に固定されている圧力センサ50と、前記中軸20と前記ハウジング42、44の間に設けられており、中軸20を軸線に沿ってスライド可能に支持する支持部材30を備えている。ハウジング42、44の燃焼室側の端部は、グロープラグ51を貫通穴に取付けるとエンジンヘッド12の内壁と密着しており、支持部材30は、中軸20に固定する中軸固定部33、35と、ハウジング42に固定するハウジング固定部(突出部36)と、両者間にあって弾性変形することによって両者間の軸方向距離を変化させる起歪部32、34を備えている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エンジンヘッドを貫通して燃焼室に臨む貫通穴に取付けるグロープラグであって、貫通穴を画定する内壁に結合する略筒状のハウジングと、ハウジング内にスライド可能に収容されている中軸と、中軸の反燃焼室側とハウジング間に固定されている圧力センサと、中軸とハウジング間に設けられており、中軸をその軸線に沿ってスライド可能に支持する支持部材を備えており、グロープラグを貫通穴に取付けると、ハウジングの燃焼室側の端部はエンジンヘッドの内壁に密着し続け、

10

支持部材は、中軸に固定されている中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、両者間にある弾性変形することによって両者間の軸方向距離を変化させる弾性部を備えていることを特徴とするグロープラグ。

## 【請求項 2】

支持部材は、中軸の先端側に固定されている先端側中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、両者間にある先端側弾性部と、中軸の後端側に固定されている後端側中軸固定部と、ハウジング固定部と後端側中軸固定部間にある後端側弾性部を備えていることを特徴とする請求項 1 のグロープラグ。

## 【請求項 3】

先端側弾性部は、先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 2 のグロープラグ。

20

## 【請求項 4】

先端側弾性部は、ハウジング固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 3 のグロープラグ。

## 【請求項 5】

後端側弾性部は、後端側中軸固定部から反燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 2～4 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 6】

先端側弾性部のばね定数は、後端側弾性部のばね定数よりも小さいことを特徴とする請求項 2～5 のいずれかのグロープラグ。

30

## 【請求項 7】

後端側中軸固定部は、中軸の最後端に固定されていることを特徴とする請求項 2～6 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 8】

先端側中軸固定部は中軸を一巡しており、ハウジング固定部はハウジングを一巡しており、先端側弾性部は両者間を一巡していることを特徴とする請求項 2～7 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 9】

2つの支持部材を備えており、

先端側支持部材は、中軸の先端側に固定されている先端側中軸固定部と、ハウジングの先端側に固定されている先端側ハウジング固定部と、両者間にある先端側弾性部を有し、

40

後端側支持部材は、中軸の後端側に固定されている後端側中軸固定部と、ハウジングの後端側に固定されている後端側ハウジング固定部と、両者間にある後端側弾性部を有していることを特徴とする請求項 1 のグロープラグ。

## 【請求項 10】

先端側弾性部は、先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 9 のグロープラグ。

## 【請求項 11】

先端側弾性部は、先端側ハウジング固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 10 のグロープラグ。

50

## 【請求項 1 2】

後端側弾性部は、後端側中軸固定部から反燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることを特徴とする請求項 9～11 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 1 3】

先端側弾性部のばね定数は、後端側弾性部のばね定数よりも小さいことを特徴とする請求項 9～12 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 1 4】

先端側中軸固定部は中軸を一巡しており、先端側ハウジング固定部はハウジングを一巡しており、先端側弾性部は両者間を一巡していることを特徴とする請求項 9～13 のいずれかのグロープラグ。

## 【請求項 1 5】

中軸固定部は、中軸のほぼ中心よりも反燃焼室側に形成されていることを特徴とする請求項 1 のグロープラグ。

## 【請求項 1 6】

エンジンヘッドを貫通して燃焼室に臨む貫通穴に取付けるグロープラグであって、貫通穴を画定する内壁に結合する略筒状のハウジングと、ハウジング内にスライド可能に収容されている中軸と、中軸の反燃焼室側とハウジング間に固定されている圧力センサと、中軸とハウジング間に設けられており、中軸をその軸線に沿ってスライド可能に支持する支持部材を備えており、

グロープラグを貫通穴に取付けると、ハウジングの燃焼室側の端部はエンジンヘッドの内壁に密着し続け、

支持部材は、中軸の先端側又はハウジングのいずれか一方に固定されているとともに中軸をハウジングに対して摺動可能に支持する先端側中軸支持部と、中軸の後端側に固定されている後端側中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、後端側中軸固定部とハウジング固定部間にある後端側弾性部を備えていることを特徴とするグロープラグ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内燃機関に取付けられるグロープラグ（始動補助装置）に関する。より詳細には、内燃機関の燃焼圧を測定するための燃焼圧センサが組込まれているグロープラグに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えば、ディーゼルエンジン等の内燃機関の燃焼圧を測定したいという要求がある。燃焼圧が測定できれば、その測定値を利用して燃料供給装置や内燃機関等をフィードバック制御することが可能になり、低燃費化、排出ガスの清浄化等に有効であると期待されている。

一方、この種の内燃機関では、エンジンヘッド内に燃焼圧センサを設置するためのスペースを確保することが困難であるという問題がある。この問題を解決するために、燃焼圧センサをグロープラグと一体に形成する技術が開発されており、この種のグロープラグが特許文献 1 に記載されている。

【特許文献 1】特開 2002-327919 号公報（その公報の図 1 参照）

## 【0003】

図 12 に、特許文献 1 に開示されている燃焼圧センサが組込まれたグロープラグ 251 の断面を示す。グロープラグ 251 は、エンジンヘッド 212 に取付け可能な構造を備えており、ハウジング 242 と、中軸 220 と、圧電素子 250 等によって構成されている。グロープラグ 251 は、エンジンヘッド 212 を貫通して燃焼室 215 に臨む貫通穴 213 にねじ込まれている。

ハウジング 242 は略筒状であり、ねじ部 241 を利用して貫通穴 213 を画定する内壁に結合されている。中軸 220 は、ハウジング 242 内にスライド可能に収容されている。中軸 220 の先端（紙面左側）には、図示しない発熱コイルが内蔵されている。中軸 220 とハウジング 242 は、嵌合圧入部 218 において固着されている。中軸 220 の後端（紙面右側）は、ハウジング 242 よりも外方に向けて突出しており、その部分にナット 202 がねじ込まれている。

ハウジング 242 とナット 202 の間には、リング状の圧電素子 250 とリング状の絶縁ブッシュ 204 が挿入されている。ナット 202 を所定トルクで締めることによって圧電素子 250 には所定の荷重がかかっている。

グロープラグ 251 に燃焼圧が作用していない状態では、圧電素子 250 に蓄えられた電荷に相当する電圧が圧電素子 250 から出力されている。先端側からグロープラグ 251 に燃焼圧が作用すると、ハウジング 242 は、中軸 220 に作用する燃焼圧に基づいてハウジング 242 の嵌合圧入部 218 とねじ部 241 の間の領域 216 において軸方向に圧縮され、中軸 220 が反燃焼室側に変位する。これにより、圧電素子 250 に作用している荷重が減少するので、圧電素子 250 に蓄えられている電荷量が変動する。電荷量の変動は、電圧値の変動として検出することができる。この電圧変動を測定することによって燃焼圧を測定することができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

グロープラグ 251 では、ハウジング 242 自体の弾性変形を利用して燃焼圧を測定することから、下記の点で改良を必要としている。

グロープラグ 251 では、ハウジング 242 の先端テーパ面 242a と、貫通穴 213 の段付き面 212a を密着させることによって、ハウジング 242 の外周と貫通穴 213 の内周の間に燃焼ガスが浸入するのを防止する構造が採用されている。

しかしながら、グロープラグ 251 では、燃焼圧によってハウジング 242 の領域 216 が弾性変形して軸方向に収縮すると、ハウジング 242 のテーパ面 242a と貫通穴 213 の段付き面 212a が離反してしまう。大きな出力を得るためにハウジング 242 の収縮が大きくなるようにすると、ハウジング 242 のテーパ面 242a と貫通穴 213 の段付き面 212a が大きく離反してしまう。テーパ面 242a と段付き面 212a が離反しないように、ハウジング 242 の収縮が小さくなるようにすると、測定される燃焼圧の感度が低下する。したがって、所定の測定感度を維持しようとするれば、ハウジング 242 のテーパ面 242a と貫通穴 213 の段付き面 212a が離反してしまう現象は避けられない。

この結果、上記のグロープラグ 251 では、燃焼圧が作用してハウジング 242 の領域 216 が軸方向に収縮してテーパ面 242a と段付き面 212a が離反すると、ハウジング 242 の外周と貫通穴 213 の内周との間に燃焼ガスが浸入し、そこに未燃焼成分が堆積することが避けられず、エンジン性能の低下や故障の原因となる。また、ハウジング 242 の外周と貫通穴 213 の内周との間に未燃焼成分が堆積すると、燃焼圧に起因してハウジング 242 が領域 216 で軸方向に収縮する現象が妨げられるようになる。上記のグロープラグ 251 では、長期間使用していると、燃焼圧の測定値に誤差が加わってしまう。特に、燃焼圧の変化によってハウジング 242 が大きく収縮するようにして測定感度を増大させようとする、この問題が顕著に現れてしまう。

本発明者らは、従来技術ではハウジング自体の弾性変形を利用して燃焼圧を測定することから上記問題が生じることに着目し、本発明の創作に至ったのである。

本発明は、ハウジング自体は実質的に弾性変形しない燃焼圧センサー体型のグロープラグを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、エンジンヘッドを貫通して燃焼室に臨む貫通穴に取付けるグロープラグに具

10

20

30

40

50

現化される。

本発明のグロープラグは、貫通穴を画定する内壁に結合する略筒状のハウジングと、そのハウジング内にスライド可能に收容されている中軸と、その中軸の反燃焼室側とハウジングの間に固定されている圧力センサを備えている。

本発明のグロープラグはさらに、中軸をその軸線に沿ってスライド可能に支持する支持部材を備えている。支持部材は、中軸とハウジングの間に設けられており、中軸に固定されている中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、両者間にあって弾性変形することによって両者間の軸方向距離を変化させる弾性部を備えている。

ハウジングは燃焼圧によって実質的に弾性変形することなく、グロープラグを貫通穴に取付けると、ハウジングの燃焼室側の端部はエンジンヘッドの内壁に密着し続ける。

本発明で利用される中軸の典型例としては、シース管に発熱コイルが埋設された部材(金属グロープラグの一例)や、絶縁性のセラミック管に導電性セラミックとリードワイヤが内包されている部材(セラミックグロープラグの一例)などが挙げられる。中軸の先端に発熱部材が内蔵されている構造に代えて、中軸の先端自体が発熱部材によって形成されていることもある。

支持部材は、ハウジングの一部を利用して形成されていてもよい。支持部材がハウジングの一部として形成されている場合は、外殻を構成するハウジングと中軸の間に配置されている部材を支持部材として評価することができる。また支持部材及び／又はハウジングは、複数の部材で構成されていても構わない。また、支持部材の数に関して特に制限がなく、1個や2個あるいはそれ以上であっても構わない。

ここでいう弾性部とは、中軸をその軸線に沿って平行に変位させるために、その弾性変形が積極的に利用される部分をいう。軸線に沿った弾性部の弾性特性は、ハウジングの弾性特性に対して十分に柔らかい。したがって、燃焼圧が印加されたときに、ハウジングは実質的に弾性変形することなく、弾性部が優先的に弾性変形する。

本発明で利用される圧力センサの典型例には、加えられた力に起因して歪むことによって発生する電荷が変化する圧電タイプの圧力センサや、加えられた力に起因して抵抗値が変化する圧電抵抗タイプの圧力センサや、加えられた力に起因して一対の電極板の距離が変化する容量型の圧力センサや、加えられた力に起因して変化する距離を光学的に計測する圧力センサ等を挙げることができる。

#### 【0006】

上記のグロープラグに燃焼圧が作用すると、支持部材に設けられている弾性部が、中軸の軸線方向に弾性変形する。即ち、中軸に固定されている中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部の軸方向距離が変化する。ハウジングと中軸の間に設けられている支持部材の弾性部が弾性変形するのであって、ハウジング自体はほとんど弾性変形しない。これにより、中軸はハウジングに対してその位置を変位させることになる。圧力センサは、ハウジングと中軸の間に固定されていることから、中軸は圧力センサに対してその位置を変位させることになる。これにより、圧力センサの出力から中軸の変位量を測定することができ、その変位量から燃焼圧を測定することができる。

上記のグロープラグでは、ハウジング自体をほとんど弾性変形させることなく燃焼圧を測定することができる。したがって、グロープラグを貫通穴内に取り付ける際に、その挿入具合を細かく調整する必要がない。十分にきつく挿入することで、ハウジングの燃焼室側の端部とエンジンヘッドを強く密着させることができる。ハウジングの端部とエンジンヘッドの内壁との密着箇所が離反しない。したがって、ハウジングの外周と貫通穴の内周との間に未燃焼成分が堆積することがなく、堆積物が燃焼圧の測定値を変化させてしまうことがない。中軸が大きく変位するようにして測定感度を増大させても、ハウジングの燃焼室側の端部とエンジンヘッドを強く密着させておくことができる。

#### 【0007】

本発明の一つのグロープラグでは、一つの支持部材を利用して中軸をスライド可能に支持する構造が採用されている。支持部材は、中軸の先端側に固定されている先端側中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、両者間にある先端側弾性部と

、中軸の後端側に固定する後端側中軸固定部と、ハウジング固定部と後端側中軸固定部間にある後端側弾性部を備えている。なお、本明細書でいう「先端側」及び「後端側」という用語は、両者の相対的な位置関係を指す。例えば、中軸の先端側とは、後端側と呼ばれるものよりも先端側に存在していることをいい、中軸の先端を指すものではないことに留意されたい。

支持部材のハウジング固定部が拘束されているので、燃焼圧が作用すると、先端側弾性部は加わる応力に基づいて弾性変形する。これにより、中軸は反燃焼室側に向けてスライドする。後端側弾性部もまた弾性変形するので、中軸のスライドが禁止されることはない。このとき、中軸は先端側と後端側の2箇所支持されているので、平行を維持してスライドすることができる。

10

この場合も、ハウジング自体が実質的に弾性変形しないことから、ハウジングの先端がエンジンヘッドから離反する問題は回避される。長期に亘って正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【0008】

先端側弾性部は、先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。先端側弾性部は、中軸に直交する方向よりも燃焼室側に向けて伸びていればよい。先端側弾性部は、中軸に直交する方向から中軸と平行な方向までの角度範囲において伸びていればよい。

支持部材は、内燃機関の燃焼行程のときに火炎に曝される。支持部材が火炎に曝されると、燃焼工程の短時間内に熱膨張を起こすことが本発明者らの研究によって分かってきた。なかでも、ハウジングの燃焼室側の端部よりも燃焼室側に存在する支持部材は、火炎に曝されると燃焼室側に向けて熱膨張を起こす。支持部材は先端側中軸固定部を介して中軸に連結しているので、支持部材が熱膨張を起こすと、中軸は燃焼室側に向けて移動する。このため、圧力センサに予め加えられていた予荷重が抜けるので（あるいは圧力センサの種類によっては初期状態が変動する）、燃焼圧に基づく圧力センサの測定値が真の値からずれてしまうことが分かってきた。

20

そこで、支持部材を構成する先端側弾性部が、先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えている構造を採用する。この構造を採用すると、先端側弾性部は、燃焼行程の短期間内に反燃焼室側に向けて熱膨張を起こそうとする。したがって、先端側弾性部以外の支持部材が熱膨張を起こそうとする方向と、先端側弾性部が熱膨張を起こそうとする方向が逆となり相殺される。したがって、燃焼行程のときに、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

30

#### 【0009】

先端側弾性部が先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えている場合、さらに先端側弾性部がハウジング固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。即ち、先端側弾性部が、先端側中軸固定部とハウジング固定部の間において、燃焼室側に向けて折り返す構造を備えていることが好ましい。

この構造を採用すると、先端側弾性部が機械的なばね構造になるので、燃焼圧に対して感度良く弾性変形することができる。したがって、予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）の変動を抑制するのみならず、燃焼圧に基づく中軸の変位量をも向上させることができ、高感度な圧力センサとすることができる。

40

#### 【0010】

後端側弾性部は、後端側中軸固定部から反燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。

グロープラグを通電したとき、即ち、中軸自体がヒータ機能によって高温に達したときに、中軸が大きく熱膨張を起こす。このとき、中軸のほぼ中心を境にして、中軸の先端側は燃焼室側に向けて熱膨張しており、中軸の後端側は反燃焼室側に向けて熱膨張することが本発明者らの研究によって分かってきた。なかでも、中軸の後端側が反燃焼室側に向けて熱膨張を起こすと、圧力センサに予め加えられていた予荷重に追加の荷重が加わるので

50

(あるいは圧力センサの初期状態が変動するので)、燃焼圧に基づく圧力センサの測定値が真の値からずれてしまうことが分かってきた。

そこで、後端側弾性部が後端側中軸固定部から反燃焼室側に向けて伸びる部分を備えている構造を採用する。この構造を採用すると、後端側弾性部のうち少なくとも後端側中軸固定部に近い側は、グロープラグを通电したときに、中軸からの熱を受けて燃焼室側に向けて熱膨張を起こそうとする。即ち、中軸の後端側が熱膨張を起こそうとする方向と後端側弾性部が熱膨張を起こそうとする方向が逆方向となる。これにより、中軸の後端側の熱膨張が、後端側弾性部の熱膨張によって相殺される。したがって、グロープラグを通电したときに、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

10

#### 【0011】

先端側弾性部のばね定数は、後端側弾性部のばね定数よりも小さいことが好ましい。

前記したように、グロープラグを通电したとき、中軸の後端側が反燃焼室側に向けて熱膨張を起こすと、燃焼圧に基づく圧力センサの真の値がずれてしまう。先端側弾性部に後端側弾性部のばね定数よりも小さいばね定数を有するものを採用すると、先端側弾性部が優先的に弾性変形することから、中軸の後端側の熱膨張が燃焼室側に向けて生じるようになる。したがって、グロープラグを通电したときに、中軸が熱膨張したとしても、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【0012】

後端側中軸固定部は、中軸の最後端に固定しているのが好ましい。

仮に、後端側中軸固定部が中軸の最後端に固定していない場合を想定すると、後端側中軸固定部よりも後端に位置する中軸が熱膨張を起こしたときに、中軸が後端側中軸固定部によって拘束されているので、燃焼室側に向けての膨張よりも反燃焼室側に向けての熱膨張の方が優位に生じることによって、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が大きく変動してしまう。

20

本発明では、後端側中軸固定部が中軸の最後端に固定する構造を採用することによって、後端側中軸固定部よりも後端に中軸が存在しないようにする。これにより、中軸の膨張に基づいて、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が顕著に抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

30

#### 【0013】

先端側中軸固定部は中軸を一巡しており、ハウジング固定部はハウジングを一巡しており、先端側弾性部は両者間を一巡していることが好ましい。

先端側中軸固定部が中軸を一巡して形成されているので、中軸と支持部材の間から燃焼ガスが漏れることが防止されている。ハウジング固定部がハウジングを一巡しているので、中軸とハウジングの間から燃焼ガスが漏れることが防止されている。さらに、先端側弾性部が両者間を一巡して形成されている。これにより先端側弾性部は中軸の軸線に沿ってバランスよく弾性変形することができ、ひいては中軸が軸線に沿ってバランスよく平行に変位することができる。正確な燃焼圧の測定が可能となる。

#### 【0014】

本発明の他の一つのグロープラグでは、2つの支持部材を利用して中軸を支持する構造が採用されている。この場合、先端側支持部材は、中軸の先端側に固定されている先端側中軸固定部と、ハウジングの先端側に固定されている先端側ハウジング固定部と、両者間にある先端側弾性部とを有している。後端側支持部材は、中軸の後端側に固定されている後端側中軸固定部と、ハウジングの後端側に固定されている後端側ハウジング固定部と、両者間にある後端側弾性部とを有している。

40

上記の支持部材では、先端側弾性部と後端側弾性部が同時に圧縮又は伸張して弾性変形することによって中軸のスライド運動を許容する。圧縮してもよいし伸張してもよい。

2つの支持部材を利用して中軸の先端側及び後端側を支持することから、貫通穴内でより安定的に中軸を支持することができる。

50

この場合も、ハウジング自体は実質的に弾性変形しないことから、ハウジングの先端がエンジンヘッドから離反する問題は回避される。長期に亘って正確な燃焼圧を測定することができる。

【0015】

2つの支持部材を利用する場合でも、先端側弾性部は、先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。

この構造を採用すると、燃焼行程のときに、先端側弾性部は燃焼行程の短期間内に反燃焼室側に向けて熱膨張を起こそうとする。したがって、先端側弾性部以外の先端側支持部材が熱膨張を起こそうとする方向と、先端側弾性部が熱膨張を起こそうとする方向が逆となり相殺される。したがって、燃焼行程のときに、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

10

【0016】

2つの支持部材を利用するとともに先端側弾性部が先端側中軸固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えているときは、さらに先端側弾性部がハウジング固定部から燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。即ち、先端弾性部が、先端側中軸固定部と先端側ハウジング固定部の間において、燃焼室側に向けて折り返す構造を備えていることが好ましい。

この構造を採用すると、燃焼行程のときに、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象を抑制するとともに、燃焼圧に基づく中軸の変位量をも向上させることができる。高感度な圧力センサを得ることができる。

20

【0017】

2つの支持部材を利用する場合でも、後端側弾性部は、後端側中軸固定部から反燃焼室側に向けて伸びる部分を備えていることが好ましい。

この構造を採用すると、グロープラグを通電したときに、中軸の後端側が熱膨張を起こそうとする方向と後端側弾性部が熱膨張を起こそうとする方向が逆方向となる。これにより、中軸の後端側の熱膨張が、後端側弾性部の熱膨張によって相殺される。したがって、グロープラグを通電したときに、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

30

【0018】

2つの支持部材を利用する場合でも、先端側弾性部のばね定数は、後端側弾性部のばね定数よりも小さいことが好ましい。

先端側弾性部に後端側弾性部のばね定数よりも小さいばね定数を有するものを採用すると、先端側弾性部が優先的に弾性変形することから、中軸の後端側の熱膨張が燃焼室側に向けて生じるようになる。したがって、グロープラグを通電したときに、中軸が熱膨張したとしても、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

【0019】

40

先端側中軸固定部は中軸を一巡しており、先端側ハウジング固定部はハウジングを一巡しており、先端側弾性部は両者間を一巡していることが好ましい。

先端側中軸固定部が中軸を一巡して形成されているので、中軸と支持部材の間から燃焼ガスが漏れることが防止されている。先端側ハウジング固定部がハウジングを一巡しているため、中軸とハウジングの間から燃焼ガスが漏れることが防止されている。さらに、先端側弾性部は両者間を一巡して形成されている。これにより先端側弾性部は中軸の軸線に沿ってバランスよく弾性変形することができ、ひいては中軸が軸線に沿ってバランスよく平行に変位することができる。正確な燃焼圧の測定が実現される。

【0020】

本発明の他の一つのグロープラグでは、中軸固定部が、中軸のほぼ中心よりも反燃焼室

50



側に形成されている構造が採用されている。

グロープラグへの通電に伴って中軸が熱膨張することによって圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象は、中軸のうち後端側の熱膨張が大きく影響することが分かってきた。熱膨張の方向は、中軸固定部によって拘束される部分をほぼ境にして、その先端側及び後端側において各々の方向に生じる。後端側の中軸の熱膨張の方向は、後端側に向けて生じる。したがって、中軸固定部が中軸のほぼ中心よりも反燃焼室側に形成されていると、中軸固定部よりも後端側の部分が相対的に減少する。したがって、中軸のうち後端側の熱膨張が小さくなり、圧力センサに与える影響を顕著に小さくすることができる。

#### 【0021】

本発明の他の一つのグロープラグでは、中軸をハウジングに対して摺動可能に支持する支持部材を備えた構造が採用されている。支持部材は、中軸又はハウジングのいずれか一方に固定されているとともに中軸の先端側をハウジングに対して摺動可能に支持する先端側中軸支持部と、中軸の後端側に固定されている後端側中軸固定部と、ハウジングに固定されているハウジング固定部と、後端側中軸固定部とハウジング固定部間にある後端側弾性部を備えている。先端側中軸支持部は、先端側中軸支持部と中軸が当接しており先端側中軸支持部とハウジングが固定している構造としてもよく、あるいは先端側中軸支持部と中軸が固定しており先端側中軸支持部とハウジングが当接している構造としてもよい。先端側中軸支持部と中軸が当接しており先端側中軸支持部とハウジングが固定している構造の場合、先端側中軸支持部がハウジングに固定する部分は、ハウジング固定部と兼用して

もよい。

この構造を採用すると、中軸が熱膨張を起こしたとしても、中軸の先端側が拘束されていないことから、中軸の熱膨張が燃焼室側に向けて生じるようになる。したがって、中軸が熱膨張したとしても、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が顕著に抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0022】

本発明のグロープラグによると、ハウジング自体の弾性変形を利用しない構成を採用することで、ハウジングの燃焼室側の端部をエンジンヘッドの内壁に密着させておくことができ、燃焼ガスがハウジングの外周と貫通穴の内周の間に浸入することを防止できる。堆積物が中軸のスライド抵抗を変化させることがなく、長期に亘って使用しても正確な燃焼圧を測定し続けることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0023】

最初に本発明の主要な特徴を列記する。

（第1形態） 弾性部の一例としては、支持部材内に残部より膜厚が薄い起歪部が形成されている構造や、支持部材自体がダイアフラム状に形成されそれ自体が弾性部である構造を挙げることができる。

（第2形態） 弾性部を有する支持部材と、中軸を摺動可能に支持する部材の組み合わせによって中軸を前後で支持してもよい。

（第3形態） 第2形態において、弾性部を有する支持部材は後端側に設けられており、中軸を摺動可能に支持する部材は先端側に設けられているのが好ましい。中軸の熱膨張を燃焼室側に向けて優先的に生じさせることができるので、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【実施例】

#### 【0024】

図面を参照して以下に各実施例を詳細に説明する。

（第1実施例） 図1に、第1実施例のグロープラグ51の断面図を模式的に示す。この

10

20

30

40

50

断面図は主要な構成要素のみを記載しており、その形状はデフォルメされている点に留意されたい。グロープラグ 51 は、一つの支持部材 30 を利用して中軸 20 をハウジングに対してスライド可能に支持するタイプである。

グロープラグ 51 は、エンジンヘッド 12 を貫通して燃焼室 15 に望む貫通穴 13 に取り付けられている。グロープラグ 51 は、ハウジング 42 を備えている。ハウジング 42 は、ねじ結合領域 41 を利用して貫通穴 13 の内壁に螺着されている。ハウジング 42 は略円筒状に形成されており、その内部に中空空間が形成されている。ハウジング 42 は、貫通穴 13 の内壁に沿った形状で形成されている。グロープラグ 51 は、ハウジング 42 の中空空間内にセンサ用ハウジング 44 を備えている。センサ用ハウジング 44 は、ねじ結合領域 43 を利用してハウジング 42 に螺着されている。グロープラグ 51 において、センサ用ハウジング 44 は、ハウジング 42 と別個の部材で構成されているが、実質的にはハウジング 42 と一体として評価することができ、両者を含めてハウジングということができる。

10

センサ用ハウジング 44 内に、中軸 20 がスライド可能に収容されている。中軸 20 の先端は、燃焼室 15 内に突出している。詳細な図示は省略されているが、中軸 20 の先端には絶縁性セラミックに内包されたヒータ発熱線が設けられている。さらに中軸 20 は、ヒータ発熱線に電氣的に接続されているリードワイヤを備えており、そのリードワイヤは絶縁性セラミック内を通して後端側（図示右側）に向けて伸びている。セラミックには良好な耐食性を備えている窒化珪素(SiN)が用いられている。なお、中軸 20 に、例えばシース管に発熱コイルが埋設された金属グロープラグを用いてもよい。

20

#### 【0025】

中軸 20 の反燃焼室側の端部とセンサ用ハウジング 44 の間に圧力センサ 50 が固定されている。圧力センサ 50 は、ピエゾ抵抗効果を利用するタイプのセンサが利用されている。圧力センサ 50 は、力を均等に受けるための半球 52 と、半導体ピエゾ抵抗素子 54 と、センサ用ハウジング 44 に固定するためのセンサ固定部材 56 を備えている。センサ固定部材 56 とセンサ用ハウジング 44 はロウ付け固定(あるいは嵌合圧入)されている。圧力センサ 50 は中軸 20 の軸線に沿って配置されている。中軸 20 と圧力センサ 50 は、中軸 20 の軸線と直交する面で断面視したときに、その軸が一致して配置されている。また、圧力センサ 50 は、ハウジング 44 の中空空間内に収容されており、換言すると、中軸 20 に置き換わって配置されているとも言える。

30

中軸 20 とセンサ用ハウジング 44 の間には支持部材 30 が設けられている。支持部材 30 に関しては後に詳細する。

#### 【0026】

ハウジング 42 の反燃焼室側には、深皿状の収容部が形成されている。収容部の内部には、絶縁ブッシュ 62 と、ヒータ用コネクタ 72 と、センサ用コネクタ 74 が形成されている。この収容部の形状はとくに限定するものではなく、円形、多角形などを採用することができる。収容部の深皿の底に相当する箇所は、エンジンヘッドから離間して形成されているのが好ましい。エンジンヘッドからの振動が直接的に伝達されず、その振動を緩和することができる。

ハウジング 42 の中空空間は、絶縁ブッシュ 62 によって外部から閉塞されている。

40

ヒータ線 82 は、ヒータ用コネクタ 72 を経由して外部から中軸 20 に向けて導入されている。ヒータ線 82 は、ハウジング 42 の中空空間内とセンサ用ハウジング 44 に形成されている開口(図示省略)内を伸びている。ヒータ線 82 は、中軸 20 の後端に電氣的に接続している。中軸 20 の後端には、中軸 20 の先端からリードワイヤが伸びてきており、リードワイヤとヒータ線 82 が電氣的に接続している。

センサ用コネクタ 74 を経由して、センサ入力線 84 とセンサ出力線 86 が圧力センサ 50 に向けて導入されている。センサ入出力線 84、86 はハウジング 42 の中空空間内を伸びるとともに、圧力センサ 50 の接続端子に接続している。センサ入出力線 84、86 の他端は、圧力算出回路 92 に接続している。さらに、圧力算出回路 92 で算出された燃焼圧は制御回路 94 に入力されている。制御回路 94 は、例えばインジェクタをフィー

50

ドバック制御する。

#### 【0027】

次に、支持部材30を詳細に説明する。図2に、支持部材30の拡大断面図を模式的に示す。

中軸20は、その周囲を金属パイプ22によって保護されている。中軸20と金属パイプ22はロウ付け固定(あるいは嵌合圧入)されており、燃焼室内のガスが両者の間から漏れることが防止されている。金属パイプ22は、中軸20の一部として評価することができる。金属パイプ22は導電性であり、ヒータ線82を介して中軸20内に流された電流が、エンジンヘッド12に向けて導出するときの経路にも利用される。

支持部材30のほぼ中央に、燃焼室15側に向けて先細りのテーパ状の突出部36が形成されている。突出部36は、エンジンヘッド12の内壁に形成されている段付き面12a(図1参照)に対応した形状で形成されている。したがって、この突出部36のテーパ面36aがエンジンヘッド12の段付き面12aに密着固定される。これにより、センサ用ハウジング44及びハウジング42の外周と、貫通穴13の内周の間に燃焼ガスが浸入するのを防止することができる。

突出部36のテーパ面36aに対して反対側の面に、センサ用ハウジング44が密着している(図1参照)。したがって、突出部36は、センサ用ハウジング44の一部と評価することもできる。センサ用ハウジング44の端部がエンジンヘッド12の内壁に密着していると表現することもできる。また、突出部36は、支持部材30をセンサ用ハウジング44に固定するハウジング固定部でもある。

#### 【0028】

支持部材30は、突出部36を挟んで金属パイプ22の先端側と後端側(中軸20の軸線に沿って先端側と後端側であり、この場合は図示左右である)の2箇所において金属パイプ22に固定している。これにより、中軸20は貫通穴内に平行に支持されている。図示33が先端側中軸固定部であり、図示35が後端側中軸固定部である。中軸固定部33、35は、いずれも中軸20を一巡してロウ付け固定されている。なかでも、先端側中軸固定部33によって、燃焼ガスが金属パイプ22と支持部材30の間から漏れることが防止されている。したがって、先端側中軸固定部33とテーパ状の突出部36によって燃焼ガス漏れが防止されているので、燃焼ガスがこの支持部材30より反燃焼室側へ漏れることがない。

また、金属パイプ22は先端側と後端側の2箇所で固定されているので、中軸20が軸線に沿って平行に安定的に支持されている。

#### 【0029】

支持部材30には、先端側中軸固定部33と突出部36の間に、残部より膜厚が薄い先端側起歪部32(先端側弾性部の一例)が形成されている。さらに、支持部材30には、後端側中軸固定部35と突出部36の間に、残部より膜厚が薄い後端側起歪部34(後端側弾性部の一例)が形成されている。先端側起歪部32は、先端側中軸固定部33と突出部36の両者間を一巡して形成されている。後端側起歪部34は、後端側中軸固定部35と突出部36の両者間を一巡して形成されている。起歪部32、34はいずれも、薄肉な円筒状の構造である。また、起歪部32、34は、中軸20の軸線に沿って平行方向に残部より薄く形成されている。

後端側起歪部34の前方に、後端側起歪部34に比して膜厚の大きい感度調整領域38が形成されている。感度調整領域38の幅Lを調節することによって、後端側起歪部34の軸線方向の弾性係数(ばね定数)を調整することができる。例えば、感度調整領域38の幅Lを短く調整すれば、相対的に後端側起歪部34の幅が長くなり、後端側起歪部34の軸線方向の弾性歪みが大きくなる。一方、感度調整領域38の幅Lを長く調整すれば、後端側起歪部34の軸線方向の弾性歪みが小さくなる。なお、同様の構成が先端側起歪部32にも形成されているのが好ましい。調整可能な感度の幅を大きくすることができる。

#### 【0030】

次に、グロープラグ51に燃焼圧が作用したときの動作を説明する。図3は、図1及び

図 2 に示す構成のうち、弾性作用を示し得る構成のみを単純化して表した図である。図 1、図 2 及び図 3 を同時に参照すると、グロープラグ 5 1 の動作を理解しやすい。

中軸 2 0 に燃焼圧が印加されると、支持部材 3 0 の突出部 3 6 が拘束されているので、先端側の先端側起歪部 3 2 に応力が加わる。先端側起歪部 3 2 は、軸線方向に平行に薄く形成されているので、先端側起歪部 3 2 は圧縮して弾性変形する。一方、突出部 3 6 よりも後端側に設けられている後端側起歪部 3 4 は、軸線方向に沿って伸張して弾性変形する。これにより中軸 2 0 は、軸線と平行に反燃焼室側に向けてスライドする。このとき、図 3 に示すように、ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 にも厳密な意味での弾性変形は生じているが、この弾性歪みは起歪部 3 2、3 4 に比して十分に小さく、実質的に弾性変形していないと評価することができる。

10

したがって、中軸 2 0 は、圧力センサ 5 0 の半球 5 2 及び半導体ピエゾ抵抗素子 5 4 を大きく歪ませる。この歪みに対応して半導体ピエゾ抵抗素子 5 4 の抵抗値が変動し、これが電圧値の変動として測定される。測定された電圧値は算出回路 9 2 に入力され、燃焼圧に換算される。燃焼圧の結果は制御回路 9 4 に入力され、制御回路 9 4 はこの結果に基づいてインジェクタの燃料の噴射タイミングや噴射量などを調整する。

このように、本実施例では、支持部材 3 0 を設けることによって、ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 を実質的に弾性変形させることなく、中軸 2 0 を優先的に変位させることに成功している。突出部 3 6 のテーパ面 3 6 a とエンジンヘッド 1 2 の段付き面 1 2 a の密着箇所から中軸 2 0 の軸線方向に沿った位置に存在するハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 は弾性変形せずに、その位置と中軸 2 0 の間に設けられた先端側起歪部 3 2 及び後端側起歪部 3 4 が弾性変形することによって、中軸 2 0 を変位させることに成功している。ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 は弾性変形されないため、突出部 3 6 のテーパ面 3 6 a とエンジンヘッド 1 2 の段付き面 1 2 a の密着箇所が離反することがない。したがって、ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 の外周と貫通穴 1 3 の内周との間に未燃焼成分が堆積することがなく、堆積物が燃焼圧の測定値を変化させてしまうことがない。この圧力センサ 5 0 が組込まれたグロープラグ 5 1 を利用すると、長期間に亘って正確な燃焼圧を測定することができる。

20

#### 【0031】

上記の実施例は、他に次のような特徴を有している。

(1) 従来のように、ハウジングの弾性変形を利用して燃焼圧を測定する手法に比して、本実施例のように起歪部 3 2、3 4 の弾性変形を利用すると、中軸 2 0 の変位量が大きくなり、高感度に燃焼圧を測定することができる。

30

(2) ハウジング 4 2 と圧力センサ 5 0 の間にセンサ用ハウジング 4 4 が介在しているので、圧力センサ 5 0 に伝達されるエンジンヘッド 1 2 の振動がよく緩和され、ノイズが低減されている。

(3) グロープラグ 5 1 を貫通穴 1 3 内に取り付ける際に、エンジンヘッド 1 2 への密着を強くするために十分にきつく挿入し、ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 自体に予荷重を加えた場合でも、支持部材 3 0 の起歪部 3 2、3 4 には予荷重が加わることがない。正確な燃焼圧を測定することができる。また、ハウジング 4 2 及びセンサ用ハウジング 4 4 自体のがたつきを抑えることで、より正確な燃焼圧を測定することができる。

40

(4) 半導体ピエゾ抵抗素子 5 4 が用いられている圧力センサ 5 0 を採用することによって、圧力センサ 5 0 が小型化されており、圧力センサ 5 0 を貫通穴 1 3 内に收容することに成功している。したがって、中軸 2 0 が従来構造に比して短く構成されている。これにより、中軸 2 0 自体の振動が抑制され、測定値にノイズが重畳してしまうことが低減されている。

また、上記の実施例は次の変形例であってもよい。

起歪部は先端側と後端側の 2 つではなく、いずれか一方だけでもよい。この場合、他方の中軸固定部が摺動可能に金属パイプを支持する構造にするのが好ましい。これにより、一方の起歪部の弾性変形を阻害することなく、中軸を軸線に沿ってスライド可能に支持することができる。なお、摺動可能に金属パイプを支持する構造は、先端側に設けるのが好

50

ましい。この場合、中軸が熱膨張を起こしたとしても、中軸の熱膨張が燃焼室側に向けて生じるようになる。したがって、中軸が熱膨張したとしても、圧力センサに予め加えられていた予荷重（あるいは圧力センサの初期状態）が変動してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【0032】

また、支持部材には、次の変形例を採用することもできる。

図4に、支持部材の一つの変形例の支持部材30Aの断面図を模式的に示す。なお、支持部材30Aを備えた変形例のグロープラグの全体図を示さないが、図1に示す支持部材30を支持部材30Aに置き換えれば、変形例のグロープラグの全体図となる。

支持部材30Aでは、先端側起歪部32Aが、先端側中軸固定部33から燃焼室側に向けて伸びている。さらに、後端側起歪部34Aが、後端側中軸固定部35から反燃焼室側に向けて伸びている。支持部材30Aは、(1)先端起歪部32Aを設けることによって燃焼行程の火炎に基づく中軸20の移動の影響を低減でき、(2)後端起歪部34Aを設けることによってグロープラグの通電による中軸20の熱膨張の影響を低減できる点において有用である。

#### (1)の効果に関して

支持部材30Aのうち、突出部36のテーパ面36aよりも燃焼室側に位置している先端側起歪部32A、第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37Cは、燃焼室内に向けて露出している。したがって、先端側起歪部32A、第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37Cは、内燃機関の燃焼行程のときに、燃焼による火炎に曝される。これにより、先端側起歪部32A、第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37Cは、燃焼行程の短期間内に、火炎に基づく温度上昇によって熱膨張を起こす。

支持部材30Aのうち、第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37C、とりわけ薄肉部分37Bは、燃焼行程の短期間内に、燃焼室側に向けて熱膨張を起こす。一方、先端側起歪部32Aは先端側中軸固定部33から燃焼室側に向けて伸びているので、先端側起歪部32Aは反燃焼室側に向けて熱膨張を起こす。即ち、先端側起歪部32A以外の第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37Cが熱膨張を起こす方向（燃焼室側方向）と、先端側起歪部32Aが熱膨張を起こす方向（反燃焼室側方向）が逆方向となる。

図5に、センサ出力特性を示す。縦軸がセンサ出力であり、横軸がクランク角である。本実施例のセンサ出力が実線18である。先端側起歪部32Aが先端側中軸固定部33から燃焼室側に向けて伸びていない場合を比較例とし、そのセンサ出力が破線17である。図5の破線17に示すように、燃焼行程のときに、先端側起歪部32A以外の第1肉厚部分37A、薄肉部分37B、及び第2肉厚部分37C、とりわけ薄肉部分37Bが熱膨張を起こすと、中軸20が燃焼室側に向けて移動するので、圧力センサ50に予め加えられていた予荷重が抜けてしまい、燃焼圧が真の値よりも小さく測定され、正確な燃焼圧を測定することができないことが分かる。一方、先端起歪部32Aを設けると、実線18に示すように、予荷重が抜ける現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することが可能になるのである。

#### (2)の効果に関して

グロープラグ51を通電したとき、即ち、中軸20自体がヒータ機能によって高温に達したときに、中軸20は熱膨張を起こす。このとき、中軸20のほぼ中心を境にして、中軸20の先端側は燃焼室側に向けて熱膨張しており、中軸20の後端側は反燃焼室側に向けて熱膨張する。なかでも、中軸20の後端側が反燃焼室側に向けて熱膨張を起こすと、圧力センサ50に予め加えられていた予荷重に追加の荷重が加わるので、燃焼圧に基づく圧力センサ50の測定値が真の値からずれてしまう。

図4に示す支持部材30Aは、後端側起歪部34Aと、その後端側起歪部34Aよりも反燃焼室側に肉厚な部分39Aを備えている。肉厚な部分39Aが設けられているので、肉厚な部分39Aと後端側起歪部34Aの間に温度差が生じる。さらに、後端側起歪部3

4 Aが後端側中軸固定部3 5から反燃焼室側に向けて伸びていることから、後端側起歪部3 4 Aは、グロープラグ5 1を通電したときに、中軸2 0からの熱を受けて燃焼室側に向けて熱膨張を起こそうとする。即ち、中軸2 0の後端側が熱膨張を起こそうとする方向（反燃焼室側）と後端側起歪部3 4 Aが熱膨張を起こそうとする方向（燃焼室側）が逆方向となる。これにより、中軸2 0の後端側の熱膨張と後端側起歪部3 4 Aの熱膨張は相殺される。したがって、グロープラグ5 1を通電したときに、圧力センサ5 0に予め加えられていた予荷重が追加で増加することが抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

なお、先端側起歪部3 2 Aは、中軸2 0に対して平行に伸びている例を示しているが、先端弾性部3 2 Aは、中軸2 0に直交する方向よりも燃焼室側に向けて伸びていればよい。先端弾性部3 2 Aは、中軸2 0に直交する方向から中軸2 0と平行な方向までの角度範囲において、中軸2 0に対して傾斜して伸びていてもよい。

また、後端起歪部3 4 Aも、中軸2 0に対して平行に伸びている例を示しているが、後端弾性部3 4 Aは、中軸2 0に直交する方向よりも反燃焼室側に向けて伸びていればよい。後端弾性部3 4 Aは、中軸2 0に直交する方向から中軸2 0と平行な方向までの角度範囲において、中軸2 0に対して傾斜して伸びていてもよい。

#### 【0033】

図6に、支持部材の他の一つの変形例として支持部材3 0 Bの断面を模式的に示す。

支持部材3 0 Bは、先端側中軸固定部3 3から燃焼室側に向けて伸びる第1先端側起歪部3 2 Bと、突出部3 6から燃焼室側に向けて伸びる第2先端側起歪部3 2 Cを備えている。即ち、第1先端側起歪部3 2 B及び第2先端側起歪部3 2 Cは、先端側中軸固定部3 3と突出部3 6の間において、燃焼室側に向けて折り返す構造を形成している。

この構造を採用すると、第1先端側起歪部3 2 B及び第2先端側起歪部3 2 Cの複合構造が、機械的なばね構造として機能する。このため、第1先端側起歪部3 2 B及び第2先端側起歪部3 2 Cの複合構造は、燃焼圧に対して感度良く弾性変形することができる。

さらに、中軸2 0の軸線方向における第1先端側起歪部3 2 Bの長さL 2と第2先端側起歪部3 2 Cの長さL 1は、第1先端側起歪部3 2 Bの方が長く形成されている。したがって、第1先端側起歪部3 2 B及び第2先端側起歪部3 2 Cの複合構造の中軸2 0の軸線方向における熱膨張は、反燃焼室側に向けて生じる。この熱膨張は、第2肉厚部分3 7 Cの燃焼室側に向けての熱膨張との間で相殺されるので、予荷重の抜けを抑制することができる。第1先端側起歪部3 2 B及び第2先端側起歪部3 2 Cの複合構造は、予荷重の抜けの抑制を抑制するとともに、燃焼圧に基づく中軸2 0の変位量をも向上させることができ、高感度な圧力センサ5 0とすることができる。

また、後端側起歪部3 4 Bは、後端側中軸固定部3 5から中軸2 0に直交する方向に伸びている。この場合、図4に示す後端側起歪部3 4 Aに比して、燃焼圧に対する中軸2 0の変位量を大きくすることができ、高感度な圧力センサとすることができる。

#### 【0034】

図7に、支持部材の他の一つの変形例として支持部材3 0 Cの断面を模式的に示す。

支持部材3 0 Cは、図6に示す支持部材3 0 Bの後端側起歪部3 4 Bを変更した例である。支持部材3 0 Cの後端側起歪部3 4 Cは、後端側中軸固定部3 5から反燃焼室側に向けて、中軸2 0の軸線に対して傾斜して伸びている。

支持部材3 0 Cの後端側起歪部3 4 Cは、グロープラグ5 1を通電したときに圧力センサ5 0に予め加えられていた予荷重が追加で増加することを抑制する効果と、燃焼圧に対する中軸2 0の変位量を大きくする効果の両者をバランスよく具備しており、極めて有用な圧力センサとすることができる。

#### 【0035】

図8に、グロープラグ5 1の他の一つの変形例を示す。図1に示す構造を参照すると、本変形例の構造を理解し易い。この変形例では、後端側中軸固定部3 5が、中軸2 0の最後端に固定している。なお、図8中に後端側中軸固定部3 5は記載されていないが、図2を参照すればその位置関係は理解できる。図8の変形例では、後端側中軸固定部3 5よりも後端側に中軸2 0が存在しない構造が採用されている。

後端側中軸固定部 35 よりも後端側に位置する中軸 20 が熱膨張を起こすと、中軸 20 が後端側中軸固定部 35 によって拘束されているので、燃焼室側に向けての膨張よりも反燃焼室側に向けての熱膨張の方が優位に生じ易い。このため、圧力センサ 50 に予め加えられていた予荷重に追加の荷重が加わってしまう。

図 8 の変形例では、後端側中軸固定部 35 が中軸 20 の最後端に固定する構造を採用することによって、後端側中軸固定部 35 よりも後端側に中軸 20 が存在しない構造にすることができる。このため、後端側中軸固定部 35 よりも後端側の中軸 20 の熱膨張に関する影響が排除され、圧力センサ 50 に予め加えられていた予荷重が追加で増加してしまう現象が顕著に抑制される。

なお、図 8 の変形例の場合は、図 9 に示す中軸の構造を採用するのが好ましい。図 9 は、中軸 20 の断面構造である。図 9 に示す中軸 20 は、リング状の金属電極 25 が中軸 20 の軸線に沿って中軸 20 内を伸びている。金属電極 25 の周囲は、絶縁セラミック 24 によって取り囲まれている。外部から伸びているヒータ線 82 は、金属電極 25 に接続している。この構造を採用することによって、中軸 20 の後端面から露出する金属電極 25 に対して、ヒータ線 82 を接続することが可能になる。

#### 【0036】

(第 2 実施例) 図 10 に、第 2 実施例のグロープラグ 151 の断面図を模式的に示す。この断面図は、主要な構成要素のみを記載しており、その形状はデフォルメされている点に留意されたい。グロープラグ 151 は、中軸の軸線に沿って先端側と後端側に 2 つの支持部材が設けられたタイプである。

グロープラグ 151 は、エンジンヘッド 112 を貫通して燃焼室 115 に望む貫通穴 113 に取り付けられている。グロープラグ 151 は、ハウジング 142 を備えている。ハウジング 142 は、ねじ結合領域 141 を利用して貫通穴 113 の内壁に螺着されている。ハウジング 142 は、略円筒状で形成されており、その内部に中空空間を備えている。ハウジング 142 は、貫通穴の内壁に沿った形状で形成されている。ハウジング 142 の燃焼室 115 側の端部には、燃焼室 115 側に向けてテーパ状に加工されたテーパ面 142a が形成されている。テーパ面 142a は、対向するエンジンヘッド 112 の段付き面 112a と密着している。

ハウジング 142 の中空空間内にスライド可能に中軸が収容されている。便宜上、中軸は、先端側中軸 122 と中央側中軸 124 と後端側中軸 129 に区別して説明する。中軸の先端には、セラミックグロープラグ型の発熱部材 120 が形成されている。発熱部材 120 は燃焼室 115 内に突出している。

#### 【0037】

グロープラグ 151 は、ダイアフラム状の先端側支持部材 133 を備えている。先端側支持部材 133 は、先端側中軸 122 に固定する先端側中軸固定部 133a と、ハウジング 142 の先端側に固定する先端側ハウジング固定部 133c と、先端側中軸固定部 133a と先端側ハウジング固定部 133c の両者の間を伸べるダイアフラム状の先端側弾性部 133b を備えている。先端側支持部材 133 は、先端側弾性部 133b に曲げ応力が加わることで弾性変形することができる。

#### 【0038】

ハウジング 142 の反燃焼室側には、深皿状の収容部が形成されている。収容部の内部には、絶縁ブッシュ 162、164 と、ヒータ用コネクタ 130 と、圧力センサ 150 が形成されている。絶縁ブッシュ 162、164 及びヒータ用コネクタ 130 は、圧力センサ 150 の周囲を取り囲むように円環状に形成されている。絶縁ブッシュ 162、164 は、ヒータ用コネクタ 130 とハウジング 142 の間に介在して形成されており、絶縁性の確保と振動の緩和を実現している。

ヒータ用コネクタ 130 は、ハウジング 142 の中空空間内を伸びて形成されるとともに、中央中軸 124 に形成されている係止部 126 によって係止されている。さらに、ヒータ用コネクタ 130 は、ねじ結合箇所 135 (後端側中軸固定部の一例)を利用して中央中軸 124 に螺着している。これにより、ヒータ用コネクタ 130 と中軸が電氣的に接続



されることを実現している。また、ヒータ用コネクタ130は、絶縁ブッシュ162を介在させて、ねじ結合箇所143(後端側ハウジング固定部の一例)を利用してハウジング142に固定されている。これにより、先端側の先端側支持部材133と合わせて、中軸を軸線に沿って平行に安定的に支持することを実現している。このことから、ヒータ用コネクタ130は、中軸を支持するという意味において後端支持部材と評価することができる。

さらに、ヒータ用コネクタ130に、残部より膜厚が薄い起歪部134(後端側弾性部の一例)が形成されている。起歪部134は軸線と直交する面内で一巡して形成されている。起歪部134は薄肉な円筒状の構造である。起歪部134は軸方向に沿って薄く形成されている。起歪部134の幅は、その周囲の残部を加工することで、自由に調整可能である。起歪部134は、ねじ結合箇所135から反燃焼室側に向けて伸びている。 10

#### 【0039】

中軸の反燃焼室側端部とヒータ用コネクタ130との間に圧力センサ150が固定されている。圧力センサ150は、絶縁部材166を介してヒータ用コネクタ130に支持されている。圧力センサ150は、ピエゾ抵抗効果を利用するタイプのセンサであり、半球152と、半導体ピエゾ抵抗素子154と、センサ固定部材156を備えている。センサ固定部材156は、絶縁部材166にロウ付け固定(あるいは嵌合圧入)されている。中軸と圧力センサ150の半球152の間には、ジルコニアからなる断熱部材157が介在して形成されている。

圧力センサ150は中軸の軸線に沿って配置されている。圧力センサ150と中軸は、軸線と直交する面で断面視したときに、その軸が一致して配置されている。 20

#### 【0040】

ヒータ用コネクタ130にヒータ線182が接続されている。これにより、ヒータ線182から供給される電流が、ヒータ用コネクタ130と中軸を介して発熱部材120に通電可能となっている。

圧力センサ150の接続端子にセンサ入力線184とセンサ出力線186が接続されている。センサ入出力線184、186の他端は、圧力算出回路192に接続されている。さらに、圧力算出回路192で算出された燃焼圧は制御回路194に入力されている。制御回路194は、図示しないインジェクタを制御する。

#### 【0041】

次に、グロープラグ151に燃焼圧が作用したときの動作を説明する。図11は、図10に示す構成のうち、弾性作用を示し得る構成のみを単純化して表した図である。図10及び図11の両者を参照すると、グロープラグ151の動作を理解し易い。 30

発熱部材120と中軸に燃焼圧が作用すると、先端側支持部材133の先端側ハウジング固定部133cが拘束されているので、ダイアフラム状の先端側弾性部133bは弾性変形する。同時に、起歪部134には圧縮応力が加わり、起歪部134は軸線に沿って平行に圧縮される。したがって、中軸は軸線に沿って平行に大きく変位する。

#### 【0042】

一方、ハウジング142は、ねじ結合箇所141が拘束されており、この先端側において圧縮応力は加わるが、ハウジング142の弾性係数は先端側弾性部133b及び起歪部134の弾性係数に比して極めて大きいので、ほとんど弾性変形しないと考えられる。したがって、テーパ面142aとエンジンヘッド112の段付き面112aとの密着箇所は離反することが防止されている。 40

ねじ結合箇所141よりも後端側のハウジング142は弾性変形しないので、後端側のねじ結合領域143を介して固定されているヒータ用コネクタ130もほとんど変位しない。したがって、圧力センサ150はほとんど変位しない。これにより、圧力センサ150に対して、中軸は極めて大きく変位することになる。したがって、後端側中軸129は、圧力センサ150の半球152及び半導体ピエゾ抵抗素子154を大きく歪ませる。この歪みに対応して半導体ピエゾ抵抗素子154の抵抗値が変動し、これが電圧値の変動として測定される。 50



測定された電圧値は算出回路192に入力され、燃焼圧に換算される。燃焼圧の結果は制御回路194に輸入され、制御回路194はこの結果に基づいてインジェクタの燃料の噴射タイミングや噴射量などを調整する。

#### 【0043】

上記の実施例は、他に次のような特徴を有している。

(1) 従来のように、ハウジングの弾性変形を利用して燃焼圧を測定する手法に比して、本実施例のようにダイアフラム状の先端側支持部材133や後端側の起歪部134の弾性変形を利用すると、中軸の変位量が大きくなり、高感度に燃焼圧を測定することができる。

(2) グロープラグ151を貫通穴内に取り付ける際に、エンジンヘッド112への密着を強くするために十分にきつく挿入し、ハウジング142自体に予荷重を加えた場合でも、先端側支持部材133の先端側弾性部133bや、後端側の起歪部134に予荷重が加わることがない。正確な燃焼圧を測定することができる。また、ハウジング142自体のたつきを抑えることで、より正確な燃焼圧を測定することができる。

(3) 上記の圧力センサ150は、先端側支持部材133やハウジング142から離れた位置に配置されている。さらに、圧力センサ150は、それら部材との間に絶縁ブッシュ162、164や、ヒータ用コネクタ130が介在しているので、エンジンヘッド112の振動の伝達がよく緩和されており、ノイズが顕著に低減されている。また、振動がよく緩和される材料として、例えばプラスチックやガラスやゴムなどを好適に採用することができる。

(4) グロープラグ151では、起歪部134がねじ結合箇所135から反燃焼室側に向けて伸びている。したがって、起歪部134は、グロープラグ151を通電したときに、中軸の先端に設けられた発熱部材120からの熱を受けて燃焼室側に向けて熱膨張を起こそうとする。即ち、中軸のうちとりわけ中央側中軸124が熱膨張を起こそうとする方向と起歪部134が熱膨張を起こそうとする方向が逆方向となる。これにより、中央側中軸124の熱膨張が、起歪部134の熱膨張によって抑えられる。したがって、グロープラグ151を通電したときに、圧力センサ150に予め加えられていた予荷重が追加で増加することが抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

#### 【0044】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

第1実施例、第2実施例及びそれらの変形例において、先端側弾性部に後端側弾性部のばね定数よりも小さいばね定数を有するものを採用するのが好ましい。ここでいうばね定数は、中軸の軸線方向におけるばね定数をいう。両者のばね定数に差を設けるためには、異なる構造の弾性部を設ける他に、異なる材料を利用してもよい。例えば、先端側弾性部にゴム材料のような低ヤング率を有する材料を採用するのが好ましい。先端側弾性部には、燃焼室の圧力をシールできるものであれば、その構造及び材料は限定されない。好ましくは、燃焼室内の熱を反燃焼室側に伝達するのを抑制する低い熱伝導の材料を採用するのがよい。先端側弾性部が後端側弾性部よりもばね定数が小さく調整されていると、先端側弾性部が優先的に弾性変形することから、中軸の後端側の熱膨張が燃焼室側に向けて生じるようになる。したがって、グロープラグを通電したときに、中軸が熱膨張したとしても、圧力センサに予め加えられていた予荷重が追加で増加してしまう現象が抑制され、正確な燃焼圧を測定することができる。

また、本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0045】

10

20

30

40

50

- 【図 1】第 1 実施例のグロープラグの断面図を示す。  
 【図 2】第 1 実施例の支持部材の拡大断面図を示す。  
 【図 3】第 1 実施例を簡単化した断面図を示す。  
 【図 4】第 1 実施例の支持部材の一つの変形例を示す。  
 【図 5】第 1 実施例の変形例のセンサ出力特性を示す。  
 【図 6】第 1 実施例の支持部材の他の一つの変形例を示す。  
 【図 7】第 1 実施例の支持部材の他の一つの変形例を示す。  
 【図 8】第 1 実施例の変形例を示す。  
 【図 9】第 1 実施例の変形例の中軸の断面図を示す。  
 【図 10】第 2 実施例のグロープラグの要部断面図を示す。  
 【図 11】第 2 実施例を簡単化した断面図を示す。  
 【図 12】従来のグロープラグの要部断面図を示す。

10

## 【符号の説明】

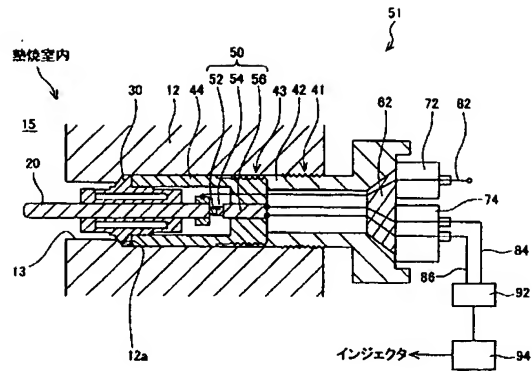
## 【0046】

- 13、113：貫通穴  
 12、112：エンジンヘッド  
 20、122、124、129：中軸  
 30：支持部材  
 32、32A：先端側起歪部  
 32B：第 1 先端側起歪部  
 32C：第 2 先端側起歪部  
 133：先端側支持部材  
 33、133a：先端側中軸固定部  
 133c：先端側ハウジング固定部  
 133b：先端側弾性部  
 35：後端側中軸固定部  
 34、34B、34C：後端側起歪部  
 36：突出部  
 38：感度調整領域  
 42、142：ハウジング  
 44：センサ用ハウジング  
 50、150：圧力センサ  
 51、151：グロープラグ  
 92、192：算出回路  
 94、194：制御回路  
 12a、112a：段付き面  
 36a、142a：テーパ面

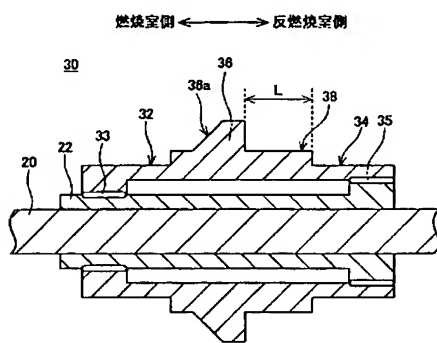
20

30

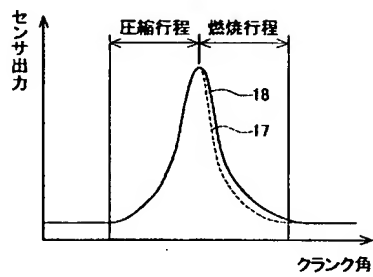
【図 1】



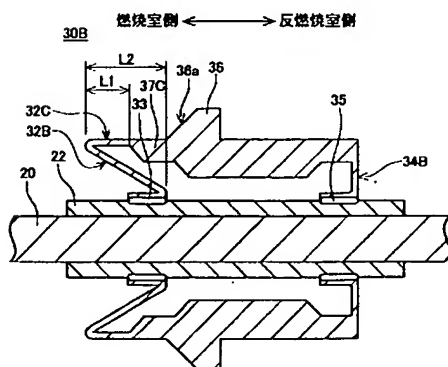
【図 2】



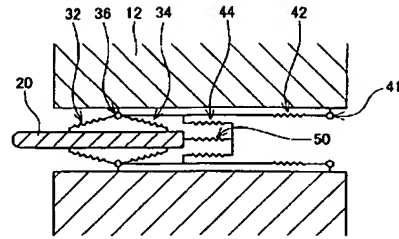
【図 5】



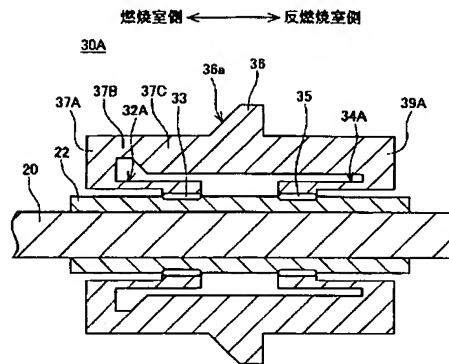
【図 6】



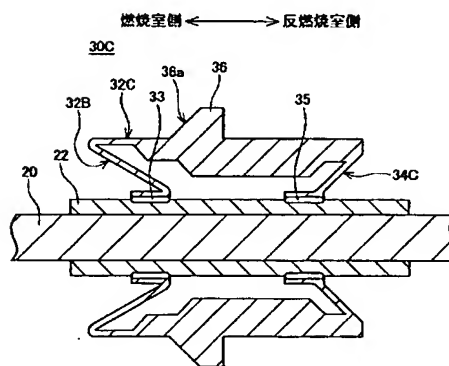
【図 3】



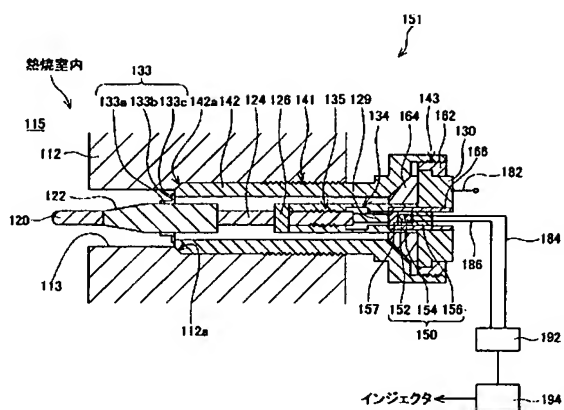
【図 4】



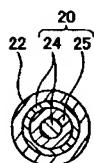
【図 7】



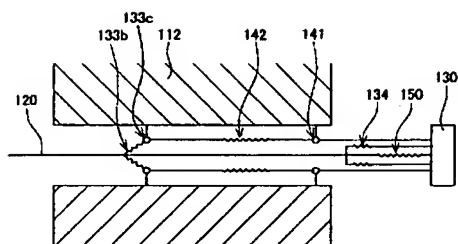
【☒ 1 0】



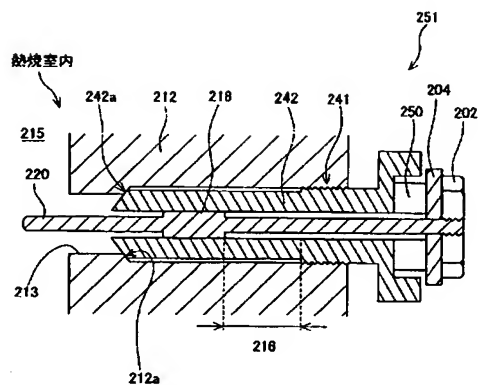
【 9 】



【 1 1 】



【 例 1 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 塚田 厚志

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 橋本 昭二

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内

PAT-NO: JP02006010306A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2006010306 A  
TITLE: GLOW PLUG  
PUBN-DATE: January 12, 2006

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OMURA, YOSHITERU	N/A
SAKATA, JIRO	N/A
MIZUNO, KENTAROU	N/A
TSUKADA, ATSUSHI	N/A
HASHIMOTO, SHOJI	N/A

INT-CL-ISSUED:

TYPE	IPC	DATE	IPC-OLD
IPCP	F23Q7/00	20060101	F23Q007/00
IPFC	F02P19/00	20060101	F02P019/00
IPFC	F23Q7/22	20060101	F23Q007/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a glow plug integrated with a pressure sensor measuring a combustion pressure without using elastic deformation of a housing itself.

SOLUTION: The glow plug is provided with substantially cylindrical housings 42 and 44 coupled to an inner wall defining a through hole, an inner shaft 20 slidably housed in the housings 42 and 44, the pressure sensor 50 fixed between a side of the inner shaft 20 opposite to a combustion chamber and the housings 42 and 44, and a support member 30 provided between the inner shaft 20 and the housings 42 and 44 to slidably support the inner shaft 20 along an axis. Combustion chamber side ends of the housings 42 and 44 are adhered to an inner wall of an engine head 12 when the glow plug 51 is attached to the through hole, and the support member 30 is provided with an inner shaft fixing members

33 and 35 fixed to the inner shaft 20, a housing fixing part (a protruding part 36) fixed to the housing 42, and straining parts 32 and 34 provided between the inner shaft fixing parts 33 and 35, and the housing fixing part to change axial distances between the inner shaft fixing parts 33 and 35, and the housing fixing part by elastically deforming.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIPI

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a glow plug integrated with a pressure sensor measuring a combustion pressure without using elastic deformation of a housing itself.